

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 02-221910  
 (43) Date of publication of application : 04.09.1990

(51) Int. Cl. G02B 26/10  
 G02B 13/00  
 G02B 26/10

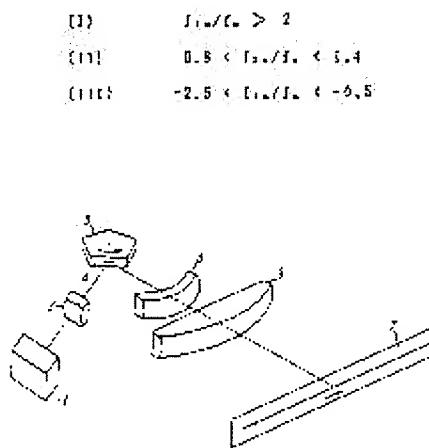
(21) Application number : 01-042554 (71) Applicant : RICOH KOGAKU KK  
 (22) Date of filing : 22.02.1989 (72) Inventor : TAKAHASHI YASUSHI

## (54) FTHETA LENS SYSTEM OF OPTICAL SCANNING DEVICE

## (57) Abstract:

PURPOSE: To reduce the curvature of a field and correct a surface tilt and to obtain the lens system which has a uniform spot diameter by composing the lens system of two lenses in two groups which have toric surfaces and a cylinder surface and satisfying specific conditions.

CONSTITUTION: The  $f\theta$  lens system consists of the two lenses in two groups, i.e. a 1st lens 5 which has toric surfaces or deformed toric surfaces and a 2nd lens 6 which has the cylinder surface and a toric surface. The inequalities I - III hold, where  $f_{1m}$  and  $f_{2m}$  are the focal lengths of the 1st and 2nd lenses 5 and 6 in the main-scanning direction,  $f_{1n}$  and  $f_{2n}$  are the focal lengths in the subscanning directions and  $f_m$  and  $f_n$  are the composite focal lengths in the main-scanning and subscanning directions.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑯ 公開特許公報 (A)

平2-221910

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>G 02 B 26/10  
13/00  
26/10

識別記号

E  
103

庁内整理番号

7348-2H  
8106-2H  
7348-2H

⑬公開 平成2年(1990)9月4日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全13頁)

④発明の名称 光走査装置における  $f\theta$  レンズ系

⑪特 願 平1-42554

⑪出 願 平1(1989)2月22日

⑫発明者 高橋 靖 岩手県花巻市大畠第十地割109番地 リコー光学株式会社  
内

⑬出願人 リコー光学株式会社 岩手県花巻市大畠第十地割109番地

⑭代理人 弁理士 横山 亨 外1名

## 明細書

## 発明の名称

光走査装置における  $f\theta$  レンズ系

## 特許請求の範囲

光源からの略平行な光束を主走査対応方向に長い線状に結像させ、その線状の結像位置の近傍に反射面を有する回転多面鏡により上記光束を等角速度的に偏向し、この偏向光束を結像レンズ系により走査面上にスポット状に結像させて走査面を光走査する光走査装置において、回転多面鏡により偏向された光束を走査面上に結像させるレンズ系であって、

副走査方向に関しては回転多面鏡の反射位置と走査面とを幾何光学的に略共役な関係に結び付ける機能を有し、主走査方向に関しては  $f\theta$  機能を有し、

回転多面鏡の側から走査面側へ向かって第1、第2の順に配備される、第1および第2のレンズにより構成される2群・2枚構成であって、

上記第1のレンズは偏向面内に於いては回転多

面鏡の側に凹面をむけたメニスカスレンズで、副走査方向に関しては負の屈折力を持つアナモフィックな単レンズであり、上記第2のレンズは主・副走査方向とも正の屈折力を持つアナモフィックな単レンズであり、

上記第1のレンズはトーリック面もしくは変形トーリック面を有し、上記第2のレンズはシリンドラー面とトーリック面とを有し、

第1、第2のレンズの、主走査方向の焦点距離をそれぞれ  $f_{1m}, f_{2m}$ 、副走査方向の焦点距離をそれぞれ  $f_{1s}, f_{2s}$ 、合成焦点距離を主・副走査方向に就きそれぞれ  $f_m, f_s$  とするとき、これらが、

$$(I) \quad f_{1m}/f_m > 2$$

$$(II) \quad 0.8 < f_{1s}/f_s < 1.4$$

$$(III) \quad -2.5 < f_{1s}/f_s < -0.5$$

なる条件を満足し、

上記変形トーリック面は、光軸上の副走査方向の曲率半径を  $R_{yo}$ 、偏向面内における曲率半径を  $R_x$ 、主走査方向における光軸からの距離を  $H$ 、光軸から  $H$  離れた偏向直交面内の曲率半径を  $R_y$  とする

とき、

$$(IV) R_y = R_{y0} - [R_x \pm \sqrt{R_x^2 - H^2}]$$

(但し、複号は  $R_x > 0$  のとき - ,  $R_x < 0$  のとき + ) を満足する曲面であることを特徴とする、 $f\theta$  レンズ系。

#### 発明の詳細な説明

##### 【産業上の利用分野】

本発明は、光走査装置における $f\theta$  レンズ系に関する。

##### 【従来の技術】

光走査装置は、光束の走査により情報の書き込みや読み取りを行う装置として知られ、レーザープリンターやファクシミリ等に使用されている。

このような光走査装置のうちに、光源からの光束を主走査対応方向に長い線状に結像させ、その線状の結像位置の近傍に反射面を有する回転多面鏡により上記光束を等角速度的に偏向し、この偏向光束を結像レンズ系により走査面上にスポット状に結像させて走査面を光走査する方式の装置がある。

また、特開昭61-245129号公報開示のものは像面弯曲に対する上記入射瞳位置の変動の問題についても面倒れに起因する走査線のピッチむらの除去に関する十分な検討がなされていない。

また、走査面上に結像したスポットの径が像高により変動する問題についても、これら従来技術に於いては検討が加えられていない。

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、回転多面鏡の回転にともなう入射瞳位置の変動による主・副走査方向の像面弯曲の十分な補正と、回転多面鏡における面倒れの問題の解決を可能ならしめ、且つスポット径を均一ならしめた新規な $f\theta$  レンズ系の提供を目的とする。

##### 【課題を解決するための手段】

以下、本発明を説明する。

本発明の $f\theta$  レンズ系は、「光源からの略平行な光束を主走査対応方向に長い線状に結像させ、その線状の結像位置の近傍に反射面を有する回転多面鏡により上記光束を等角速度的に偏向し、この偏向光束を結像レンズ系により走査面上にスポット状に結像させて走査面を光走査する光走査装置において、回転多面鏡により偏向された光束を走査面上に結像させるレンズ系」であって、副走査方向に関して回転多面鏡の反射位置と走査面とを幾何光学的に略共役な関係に結び付ける機能を有し、主走査方向に関しては $f\theta$  機能を有する。

この $f\theta$  レンズ系は、回転多面鏡の側から走査面側へ向かって第1、第2の順に配備される第1および第2のレンズにより構成される2群・2枚構成であって、上記第1のレンズは「偏向面内に於いては回転多面鏡の側に凹面をむけたメニスカスレンズで、副走査方向に関しては負の屈折力を持つアナモフィックな単レンズ」であり、第2のレンズは「主・副走査方向とも正の屈折力を持つアナモフィックな単レンズ」である。

上記第1のレンズはトーリック面もしくは変形トーリック面を有し、上記第2のレンズはシリンド一面と変形トーリック面とを有する。

第1、第2のレンズの、主走査方向の焦点距離をそれぞれ $f_{1m}, f_{2m}$ 、副走査方向の焦点距離をそ

それぞれ  $f_{1a}, f_{2a}$ 、合成焦点距離を主・副走査方向に就きそれぞれ  $f_a, f_s$  とするとき、これらは、

- (I)  $f_{1a}/f_a > 2$
- (II)  $0.8 < f_{2a}/f_a < 1.4$
- (III)  $-2.5 < f_{1a}/f_a < -0.5$

なる条件を満足する。

上記変形トーリック面は、光軸上の副走査方向の曲率半径を  $R_{yo}$ 、偏向面内における曲率半径を  $R_x$ 、主走査方向における光軸からの距離を  $H$ 、光軸から  $H$  離れた偏向直交面内の曲率半径を  $R_y$  とするとき、

$$(IV) R_y = R_{yo} - [R_x \pm \sqrt{R_x^2 - H^2}]$$

(但し、複号は  $R_x > 0$  のとき - ,  $R_x < 0$  のとき + )を満足する曲面である。

以下の説明に於いて、「偏向面」とは回転多面鏡による理想的な偏向光束の主光線の掃引により形成される平面である。レンズ光軸に平行で上記偏向面に直交する平面を以下、「偏向直交面」と称する。

なお、第1、第2のレンズの副走査方向の合成

きくなり、下限を越えると逆に像高の高い位置で副走査方向のスポット径が小さくなる。

変形トーリック面は、副走査方向のスポット径の変動を良好に補正するために採用されている。

以下、図面を参照しながら説明する。

第1図は、本発明の  $f\theta$  レンズ系を用いた光走査装置の1例を説明図的に略示している。また、第2図は、第1図の光学配置を副走査方向から見た状態、即ち偏向面内での様子を示している。

光源もしくは光源と集光装置とからなる光源装置1からの略平行な光束は線像結像光学系たるシリダーレンズ2により、回転多面鏡3の反射面4の近傍に、偏向面と略平行な線像として結像する。

回転多面鏡3により反射された光束は、本発明の  $f\theta$  レンズ系により、走査面7上にスポット状に結像され、回転多面鏡3の矢印方向への等速回転に従い、走査面7を等速的に走査する。

$f\theta$  レンズ系は第1のレンズ5と第2のレンズ6とにより構成され、レンズ5は回転多面鏡3の

焦点距離  $f_s$  は、レンズ面中に変形トーリック面が用いられているときは、光軸を含む偏向直交面内での変形トーリック面の曲率半径、即ち上記  $R_y$  により算出される値を言う。

#### 【作用】

上記条件(I),(II),(III)は以下の如き意味を有する。

即ち、条件(I)は主走査方向の像面湾曲量とリニアリティ即ち  $f\theta$  特性とを良好に保つための条件であり、この条件(I)が満足されないと、像面湾曲、 $f\theta$  特性とも良好な補正が出来なくなる。

条件(II)は副走査方向の像面湾曲量を良好に補正する為の条件である。条件(II)の上限を越えると副走査方向の像面湾曲がオーバーとなり、下限を越えると副走査方向の像面湾曲はアンダーとなって、副走査方向の像面湾曲を良好に補正することが出来ない。

条件(III)は、副走査方向のスポット径の像高による変動を補正するための条件であり、上限を越えると、像高の高い位置で上記スポット径が大

きくなり、下限を越えると逆に像高の高い位置で副走査方向のスポット径が小さくなる。

変形トーリック面は、副走査方向のスポット径の変動を良好に補正するために採用されている。

以下、図面を参照しながら説明する。

これに対し偏向直交面内で見ると、即ち副走査方向に関しては  $f\theta$  レンズ系は回転多面鏡3の反射位置と走査面7とを幾何光学的な略共役関係に結び付けている。従って、第3図に示すように反射面4が符号4'で示すように面倒れを生じても  $f\theta$  レンズ系による、走査面7上の結像位置は副走査方向(第3図上下方向)には殆ど移動しない。従って面倒れは補正される。

さて、回転多面鏡3が回転すると、反射面4は軸3Aを中心として回転するため、第4図に示すように、反射面の回転に伴い線像の結像位置Pと反射面4との間に位置ずれ  $\Delta X$  が生ずる。このとき  $f\theta$  レンズ系による線像の共役像の位置  $P'$  と走査面7とのずれ量  $\Delta X'$  は  $f\theta$  レンズ系の副走査方向の横倍率を  $\beta$  として、周知の如く

$$\Delta X' = \beta^2 \Delta X$$

で与えられる。

偏向面内で、 $f \theta$  レンズ系のレンズ光軸と偏向光束の主光線とのなす角を $\theta$ とする時、 $\theta$ と上記 $\Delta X$ との関係を示したのが第5図及び第6図である。第5図は固有入射角 $\alpha$ （回転多面鏡への入射光束の主光線と $f \theta$  レンズ系の光軸のなす角：第7図参照）を90度とし、回転多面鏡3の内接円半径 $R$ をパラメーターとして描いている。また、第6図では、上記内接円半径 $R$ を40mmとし、入射角 $\alpha$ をパラメーターとして描いている。

第5、6図から分かるように、 $\Delta X$ は、内接円半径 $R$ が大きいほど、また、固有入射角 $\alpha$ が小さいほど大きくなる。

また、反射面の回転に伴う線像の位置と反射面との相対的な位置ずれは、偏向面内で2次元的に生じ、且つレンズ光軸に対しても非対象に移動する。従って、第1図の如き光走査装置では $f \theta$  レンズ系の主・副走査方向の像面湾曲を良好に補正する必要がある。また、主走査方向に関しては $f$

副走査方向の曲率半径即ち、偏向直交面で仮想的に切断したときその切り口の曲線の曲率半径が光軸部分で小さく、光軸を主走査方向へ離れるに従って、上記曲率半径が次第に大きくなるような面であり、解析的には、前述の(IV)式を満足する。従って、変形トーリック面は $R_x$ と $R_y$ とを与えれば一義的に定まる。

#### [実施例]

以下、具体的な実施例を6例挙げる。

各実施例において、 $f_m$ は $f \theta$  レンズ系の主走査方向に関する合成焦点距離、即ち偏向面に平行な面内における合成焦点距離を表し、この値は100に規格化される。また $f_m$ は副走査方向に関する合成焦点距離を表す。 $2\theta$ 、 $\alpha$ はそれぞれ偏向角、固有入射角（何れも単位は度）を示す。 $R_{ix}$ は回転多面鏡の側から数えて $i$ 番目のレンズ面の偏向面内の曲率半径、 $R_{iy}$ は $i$ 番目のレンズ面の光軸を含む偏向直交面内の曲率半径、 $d_i$ は $i$ 番目のレンズ面間距離、 $d_o$ は回転多面鏡の反射面から第1レンズ面までの距離、 $n_i$ は $j$ 番目のレンズの屈折

特性が良好に補正されねばならないことは言うまでもない。

ここで、前述の固有入射角 $\alpha$ につき説明すると、第7図において、符号aは回転多面鏡に入射する光束の主光線を示し、符号bは回転多面鏡3による反射光束が $f \theta$  レンズ系の光軸と平行に成ったときの主光線を示している。主光線a、bの交点を原点として図のごとくX、Y軸を定め、回転多面鏡3の回転軸位置座標を $X_p, Y_p$ とする。

固有入射角 $\alpha$ は一般に、図の如く主光線a、bの交角として定義される。

前述した、線像位置と反射面との位置ずれ量の $\Delta X$ の変動をなるべく少なくする為には周知のごとく、

$$0 < X_p < R \cos (\alpha / 2)$$

$$0 < Y_p < R \sin (\alpha / 2)$$

なる条件を $X_p, Y_p$ に課せばよい。

また、第8図には、本発明の特徴の一端をなす変形トーリック面を説明図的に示す。

この変形トーリック面は、第8図に示すように

率、 $R$ は回転多面鏡の内接円半径を示す。

さらに、 $K_1 = f_{1m} / f_m, K_2 = f_{2m} / f_m, K_3 = f_{3m} / f_m$ を表している。

#### 実施例 1

$f_m = 100, f_a = 25.756, 2\theta = 95.455, \alpha = 90, R = 7.933,$

$K_1 = 4.636, K_2 = 1.087, K_3 = -1.518, d_o = 11.9$

i	$R_{ix}$	$R_{iy}$	$d_i$	j	$n_i$
1	-57.377	-12.693	10.193	1	1.48601
2	-48.389	-48.389	9.15		
3	$\infty$	-50.103	15.391	2	1.48601
4	-62.96	-11.773			

この実施例に於いては、第1面がトーリック面、第2面が球面、第3面がシリンド一面、第4面がトーリック面である。

#### 実施例 2

$f_m = 100, f_a = 26.520, 2\theta = 100, \alpha = 90, R = 7.933,$

$K_1 = 4.636, K_2 = 1.073, K_3 = -2.041, d_o = 11.9$

i	$R_{ix}$	$R_{iy}$	$d_i$	j	$n_i$
1	-57.377	-15.867	10.193	1	1.48601
2	-48.389	-48.389	9.15		

3	$\infty$	-53.193	15.391	2	1.48601
4	-62.98	-12.019			

この実施例に於いては、第2面が球面、第3面がシリンダー面、第4面がトーリック面であり、\*印を付けた第1面が変形トーリック面である。

第1面の変形トーリック面における $R_{1y}$ が、一般式(IV)中に於ける $R_{1y}$ であることは言うまでもない。

### 実施例 3

$f_m=100, f_s=26.818, 2\theta=95.455, \alpha=90, R=7.933,$

$K1=4.636, K2=0.909, K3=-0.876, d_o=11.9$

i	$R_{1x}$	$R_{1y}$	$d_1$	j	$n_1$
1	-57.377	-57.377	10.193	1	1.48601
2	-48.389	15.073	9.15		
3	$\infty$	-48.489	15.391	2	1.48601
4	-62.98	-10.484			

この実施例に於いては、第1面が球面、第2面がトーリック面、第3面がシリンダー面、第4面がトーリック面である。

### 実施例 4

\*印を付けた第1面が変形トーリック面で、 $R_{1y}$ は、一般式(IV)中に於ける $R_{1y}$ である。

### 実施例 6

$f_m=100, f_s=25.384, 2\theta=90, \alpha=90, R=17.85,$

$K1=5.194, K2=0.970, K3=-0.683, d_o=10.924$

i	$R_{1x}$	$R_{1y}$	$d_1$	j	$n_1$
1	-51.661	-51.661	10.011	1	1.48601
2	-45.601	10.71	12.194		
3	$\infty$	-53.637	14.28	2	1.48601
4	-61.48	-10.636			

この実施例に於いては、第1面が球面、第2、第4面がトーリック面、第3面がシリンダー面である。

なお $f_m$ の具体的な数値は、上記実施例1～3に於いて $f_m=126.051$ 、実施例4～6に於いて $f_m=140.056$ である。

第9図に、実施例1に関する収差図を示す。第10図ないし第14図には、実施例2ないし6に関する収差図を示す。像面湾曲の図における実線は副走査方向の結像位置を示し、破線は主走査方向の

$f_m=100, f_s=25.081, 2\theta=90, \alpha=90, R=17.85,$

$K1=5.194, K2=1.137, K3=-1.267, d_o=10.924$

i	$R_{1x}$	$R_{1y}$	$d_1$	j	$n_1$
1	-51.661	-10.71	10.011	1	1.48601
2	-45.601	-45.601	12.194		
3	$\infty$	-59.401	14.28	2	1.48601
4	-61.48	-12.125			

この実施例に於いては、第2面が球面、第3面がシリンダー面、第1、第4面がトーリック面である。

### 実施例 5

$f_m=100, f_s=25.076, 2\theta=90, \alpha=90, R=17.85,$

$K1=5.194, K2=1.136, K3=-1.267, d_o=10.924$

i	$R_{1x}$	$R_{1y}$	$d_1$	j	$n_1$
1*	-51.661	-10.71	10.011	1	1.48601
2	-45.601	-45.601	12.194		
3	$\infty$	-63.416	14.28	2	1.48601
4	-61.48	-12.202			

この実施例に於いては、第2面が球面、第3面がシリンダー面、第4面がトーリック面であり、

結像位置を示す。像面湾曲は回転多面鏡の回転に伴う入射瞳位置の変動により非対称的であるので全偏向領域にわたって示してある。

また、第15図ないし第20図に、各実施例における結像スポットのスポット径と像高に対応する走査角との関係を示す。実線は副走査方向のスポット径の変化、破線は主走査方向のスポット径の変化を表している。

#### 【発明の効果】

以上、本発明によれば光走査装置に於ける新規な $f\theta$ レンズ系を提供できる。このレンズ系は上記の如く像面湾曲が小さく、走査面上に結像したスポットの径が像高により殆ど変動しないので広偏向角にも拘らず高密度の書き込みが可能であり、面倒れ補正に長尺のシリンダーレンズを必要としないので、光走査装置をコンパクトに構成することが可能となる。

#### 図面の簡単な説明

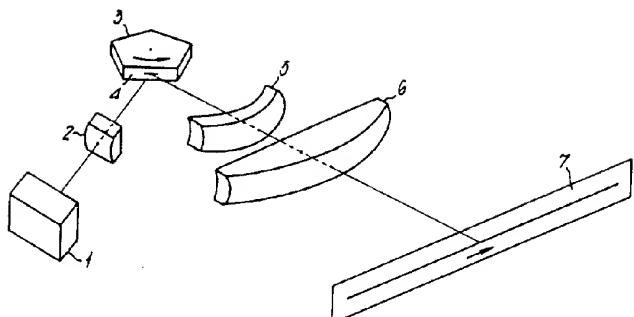
第1図は、本発明の $f\theta$ レンズ系を使用した光走査装置の概要を示す概略斜視図、第2図乃至第

3図は、本発明の  $f \theta$  レンズ系を説明するための図、第4図乃至第7図は、回転多面鏡の回転にもとづく入射瞳位置の変動とその対応策を説明するための図、第8図は変形トーリック面を説明するための図、第9図乃至第14図は収差図、第15図乃至第20図は、スポット径と像高との関係を示す図である。

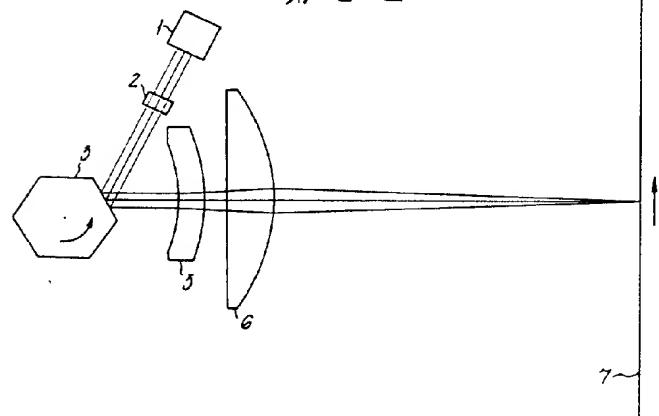
5...第1のレンズ、6...第2のレンズ

代理人 権山亨  
本多章悟

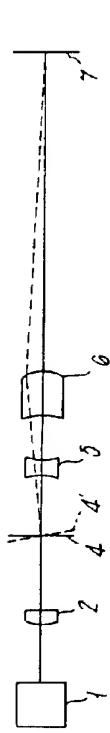
第1図



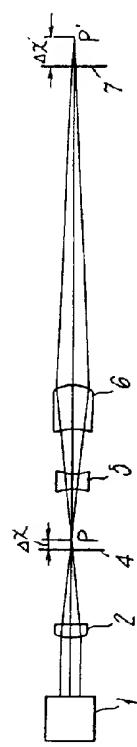
第2図



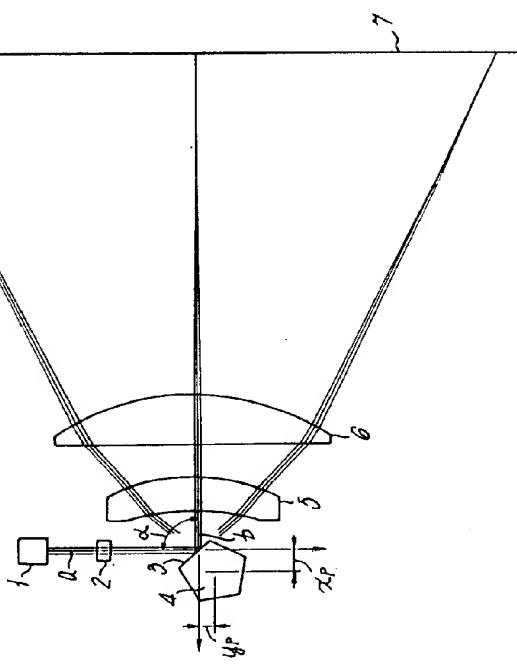
第3図



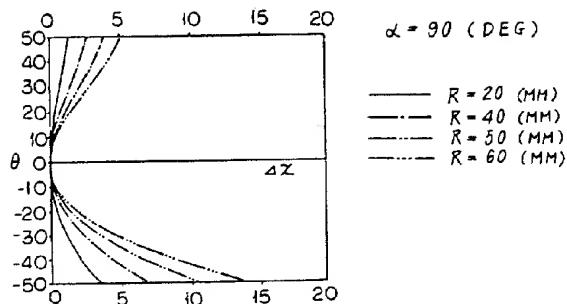
第4図



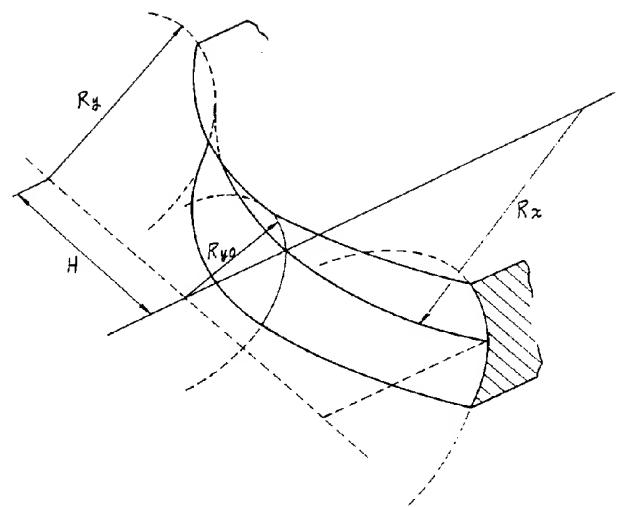
第7図



第 5 図



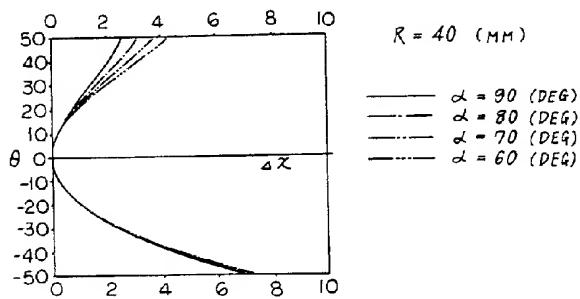
第 8 図



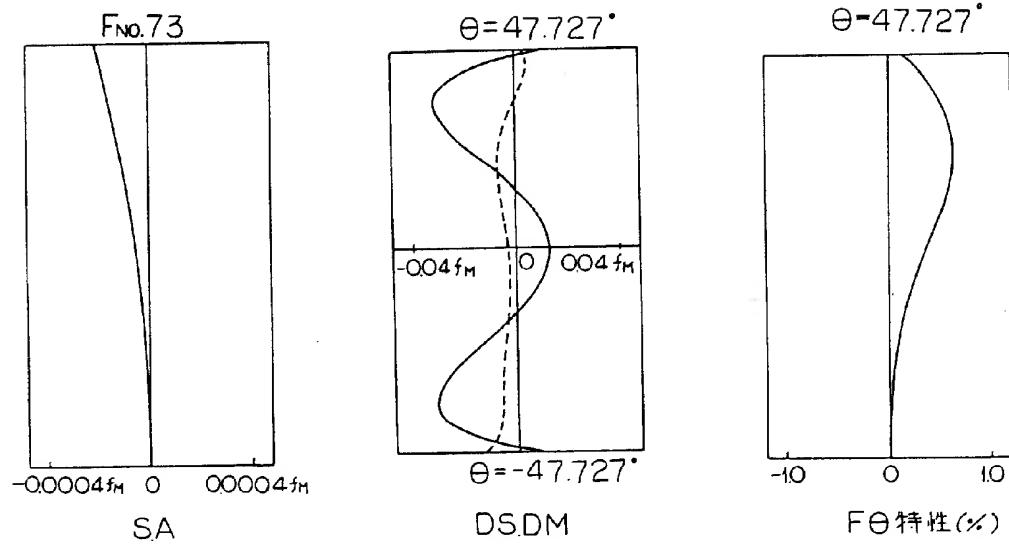
$$R_y = R_{y0} - (R_x \pm \sqrt{R_x^2 - H^2})$$

符号は  $R_x > 0$  負  
 $R_x < 0$  正

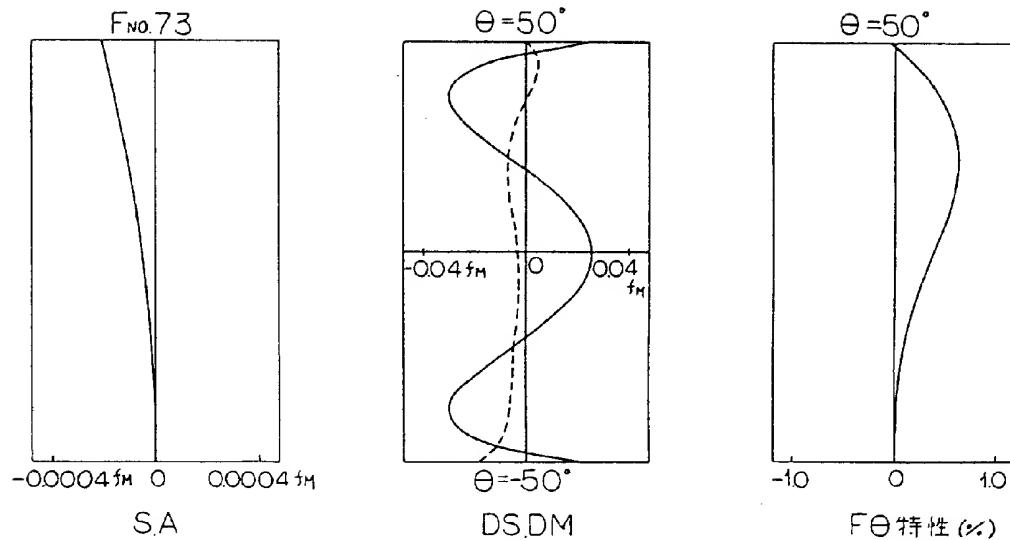
第 6 図



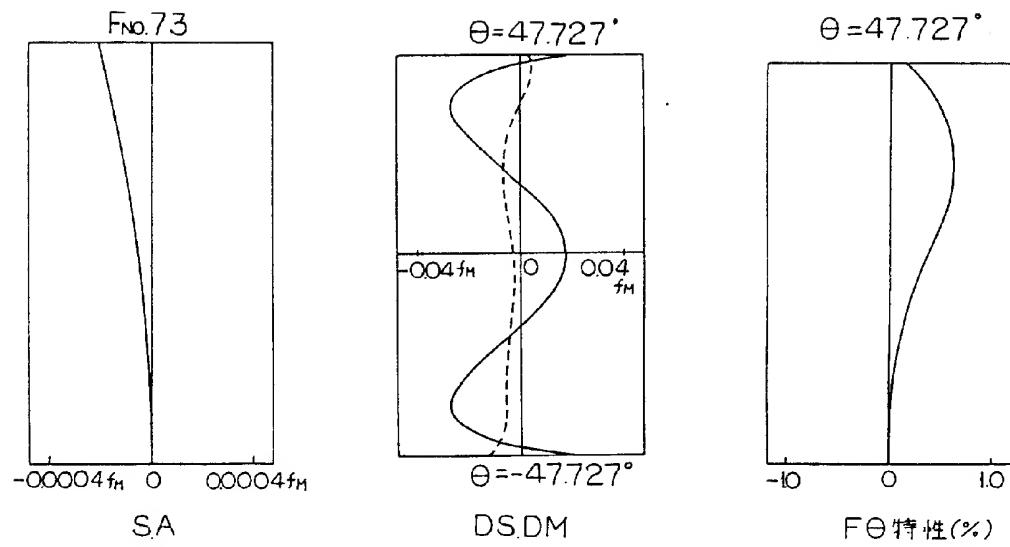
第 9 図



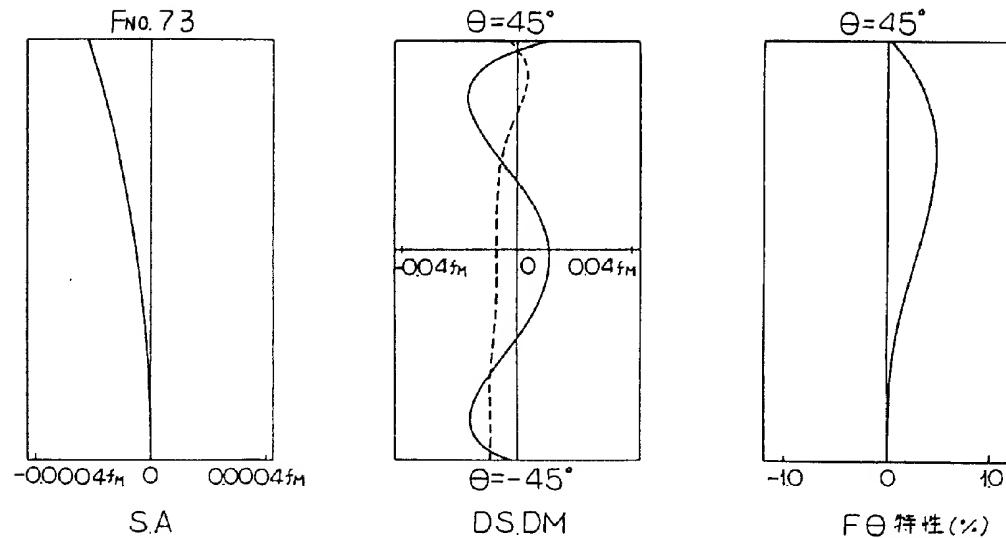
第 10 図



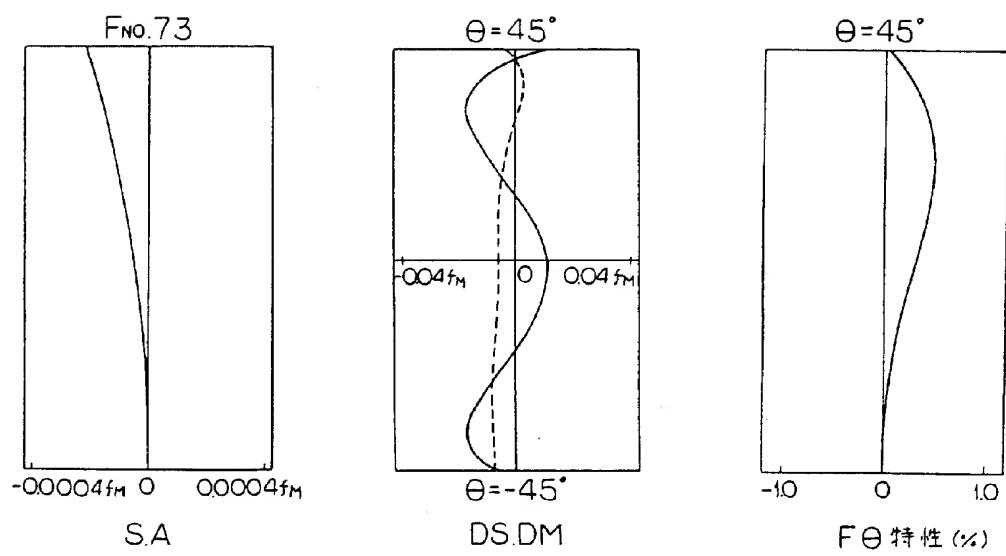
第 11 図



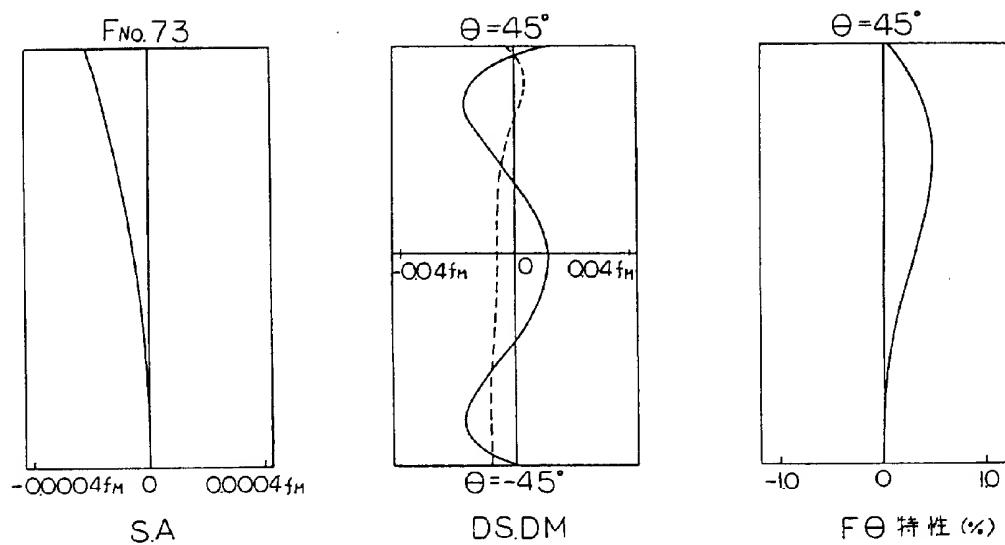
第 12 図



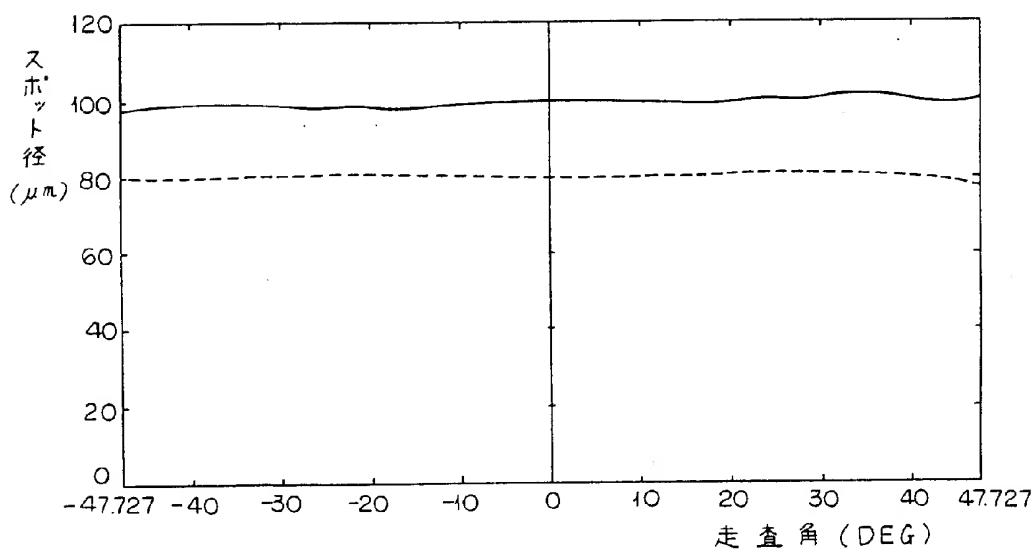
第 13 図



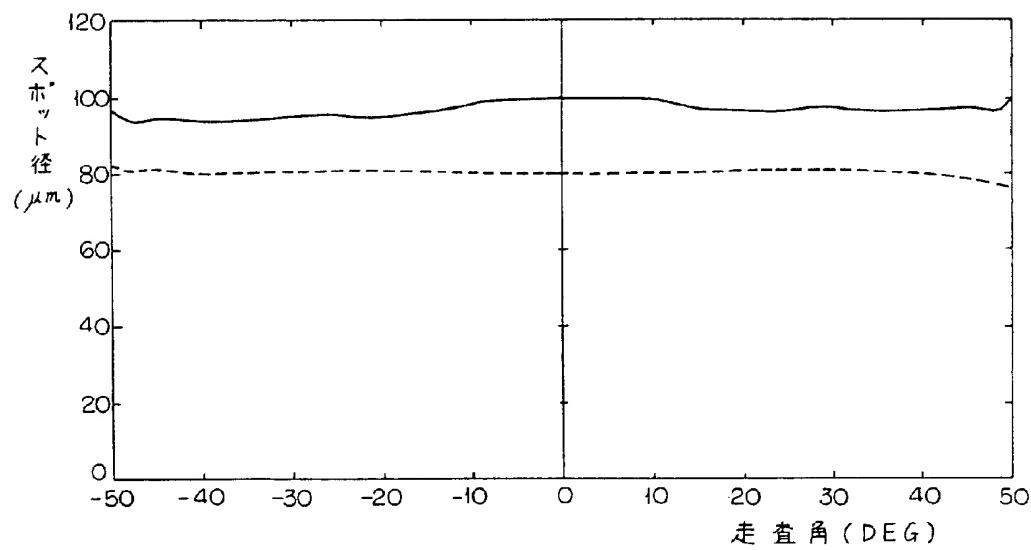
第 14 図



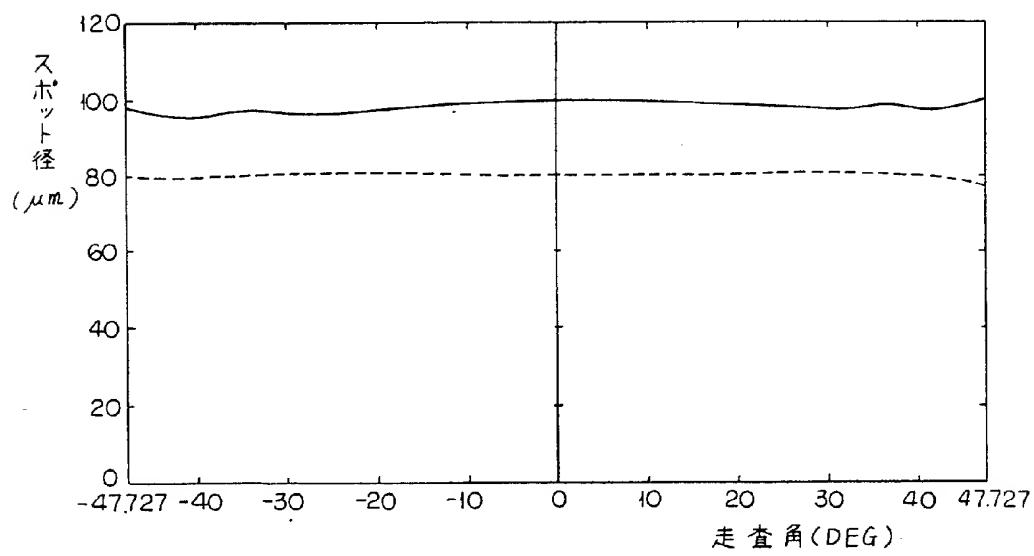
第 15 図



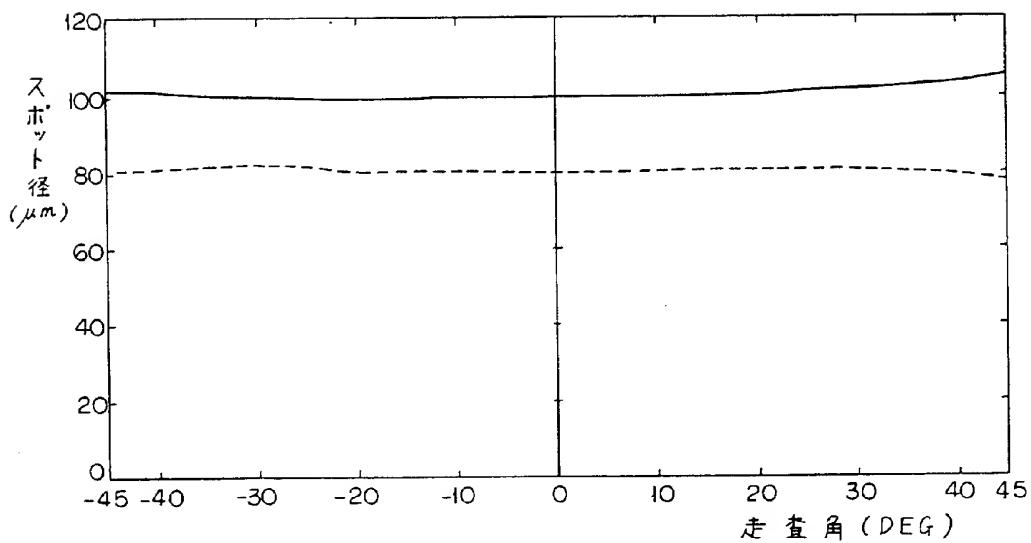
第 16 図



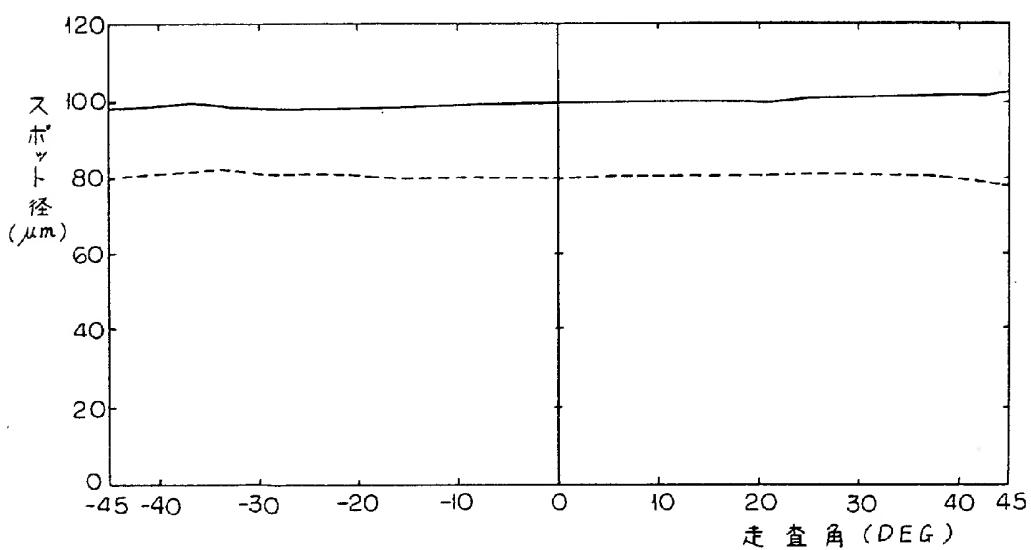
第 17 図



第 18 図



第 19 図



第 20 図

